

## РОЗРОБКА ВІБРОВІДЦЕНТРОВОГО ЗМІШУВАЧА ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СИПКИХ СУБСТАНЦІЙ

*Паламарчук Ігор Павлович д.т.н, професор  
Янович Віталій Петрович к.т.н., доцент  
Михальова Юлія Олександрівна аспірант  
Вінницький національний аграрний університет*  
**Palamarchuk I.  
Yanovich V.  
Mihalova Yu.**  
*Vinnitsa National Agrarian University*

**Анотація:** в статті проведено аналіз технологічних особливостей виробництва сипких субстанцій. Розроблено перспективну технологічну та конструктивну схему вібровідцентрового змішувача з внутрішнім спіралевидним інтенсифікатором, яка дає можливість реалізувати технологічний процес високоактивного змішування дрібнодисперсних інгредієнтів при виробництві комплексних мікросумішей.

**Ключові слова:** сипкі субстанції, високоактивне змішування, вібровідцентровий змішувач.

### **Вступ**

За останні десятиріччя вібраційна технологія набула більш широкого використання в різних галузях господарства України. Її застосування дало змогу докорінно вдосконалити традиційні та розробити нові технологічні процеси і засоби для їх реалізації. Тому у більшості існуючих технологій може використовуватись вібротехніка, так як вібраційні машини значно ефективніші від звичайних, споживають менше енергії.

Підвищення вимог до якості готових сумішей сипучих матеріалів, що використовуються для отримання кінцевого продукту у харчовому та фармацевтичному виробництві, хімічній промисловості і переробці сільськогосподарської сировини, зумовило необхідність створення принципово нових, досконалих конструкцій обладнання для змішування.

Зростаючий споживчий попит на комплексні форми та переваги їх використання обумовлюють розширення промислового виробництва сипких субстанцій. Способи отримання базових сумішей, типи і конструкції машин впливають на функціональну ефективність готових продуктів. Вибір оптимального режиму виробництва повинен здійснюватися на основі теоретичних і практичних знань, що враховують загальні закономірності даних процесів [1].

Тому актуальним є пошук інтенсивних, зокрема, вібровідцентрових методів обробки сипкої сировини.

### **Мета досліджень**

Метою даної роботи є розробка нового високоєфективного обладнання для змішування сипких мас за умови високих показники якості вихідної суміші та мінімізації споживаних енерговитрат на її виробництво.

### **Викладення основного матеріалу**

Процес змішування компонентів з різними фізико-механічними властивостями реалізується переважно за рахунок створення зсувних деформацій у всій масі продукту за допомогою лопатей, шнеків, які обертаються, або інших робочих органів. Водночас, для забезпечення рівномірного розподілу компонентів часткам дисперсної маси необхідно надати такі траєкторії, які забезпечували б найбільшу вірогідність їх перетину. Але переміщенню цих часток в об'ємі суміші протидіють сили інерції та сили сухого внутрішнього тертя (тертя часток одна об одну) і сили сухого зовнішнього тертя (тертя часток матеріалу об контейнер, лопаті чи інші робочі органи змішувача) які, як правило, на порядок нижчі від сил сухого внутрішнього тертя [2, 3]. Крім того, при змішуванні необхідно долати сили тяжіння, які намагаються опустити частки матеріалу донизу, що призводить до їх розшарування.

Тому, основною умовою досягнення максимальної однорідності є створення в мікро- та макрооб'ємах значних градієнтів швидкостей зсувних деформацій, що неможливо здійснити у традиційних змішувачах, які, крім того, мають високі питомі енергозатрати та тривалі робочі цикли.

Серед різноманітних форм механічної дії на дисперсні системи в технологічних процесах вібраційна дія займає важливе місце, як один із найбільш ефективних засобів для створення

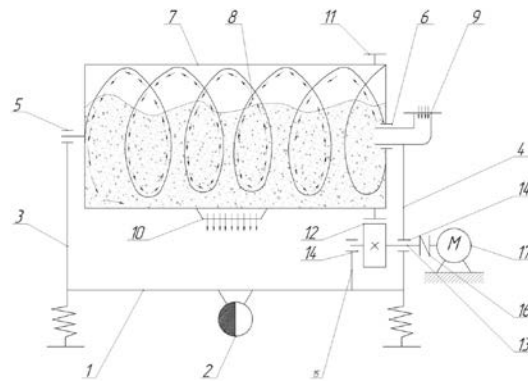


необхідного динамічного стану дисперсних систем [4, 5].

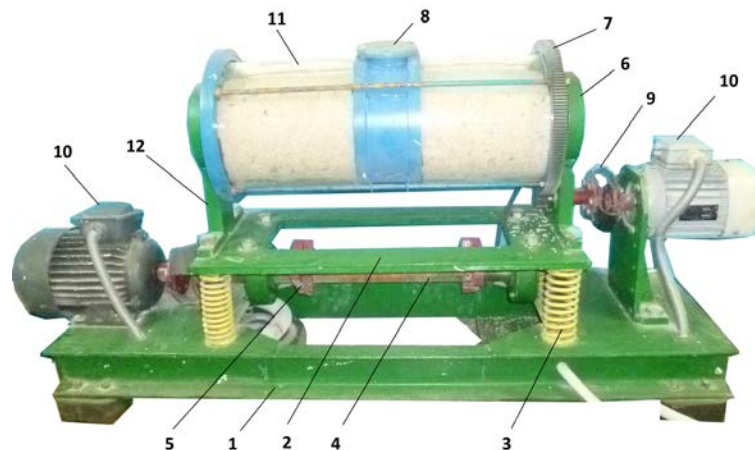
На основі проведеного аналізу технологічного процесу та конструктивних схем існуючого обладнання для реалізації процесу високоефективного змішування сипких мас визначені основні напрямки вирішення поставлених задач, сутність яких полягає у розробці принципово нової схеми вібровідцентрового змішувача, в якому за рахунок зміни конструкції приводного механізму та конфігурації виконавчого органу досягається значна інтенсифікація циркуляційного руху оброблювального матеріалу, а як наслідок підвищення показників якості вихідної суміші [6, 7]. Вібраційні змішувачі такого конструктивного рішення достатньо продуктивні і забезпечують високоякісне перемішування в процесі роботи.

Дана задача розв'язується шляхом створення вібровідцентрового змішувача, в якому забезпечується коливний та обертовий рух виконавчого органу із спіралевидним інтенсифікатором, за рахунок введення в систему вібропривода та електродвигуна з незалежним керуванням.

Принципова схема вібровідцентрового змішувача приведена на рис. 1, а його конструктивна реалізація на рис. 2.



**Рис. 1. Принципова схема вібровідцентрового змішувача: 1 - підпружинена платформа; 2 - вібропривод; 3, 4, 15 - стійки; 5, 6, 14 - підшипникові вузли; 7 - циліндричний контейнер; 8 - інтенсифікатор; 9, 10 - патрубки для завантаження та розвантаження; 11 - зубчатий вінець; 12 - шестерня; 13 - приводний вал; 16 - еластична муфта; 17 - електродвигун**



**Рис. 2. Конструкція вібровідцентрового змішувача: 1 - станина; 2 - коливна платформа; 3 - пружні елементи; 4 - приводний вал; 5 - дебаланси; 6 - підшипникові вузли; 7 - зубчатий вінець; 8 - завантажувальна горловина; 9 - еластична муфта; 10 - електродвигун; 11 - контейнер; 12 - стійки**

Вібровідцентровий змішувач містить підпружинену платформу 1 з віброприводом 2, на стійках 3, 4 якої за рахунок підшипникових вузлів 5, 6 горизонтально розміщений циліндричний контейнер 7 із внутрішнім спіралевидним інтенсифікатором 8 та патрубками 9, 10 відповідно для завантаження та розвантаження оброблюваного матеріалу. На торцевій стороні циліндричного контейнера 6 жорстко розміщений вінець 11, який входить в зчеплення із шестернею 12, приводний вал 13 якої, в свою чергу за рахунок підшипникових вузлів 14 горизонтально розташований на стійках 15, 4 та через еластичну муфту 16 з'єднаний з електродвигуном 17.



Запропонована конструкція реалізує ідею комбінованої взаємодії вібраційного та обертового руху виконавчого органу з можливістю змішування у псевдозрідженому стані оброблюваного середовища.

Вібровідцентровий змішувач працює наступним чином.

Після завантаження необхідної кількості сировини через патрубок 9 в циліндричний контейнер 7 для приготування однієї партії продукції вмикають електродвигун 17 та вібропривод 2, що призводить до плоского коливання підпружиненої платформи 1. В свою чергу крутний момент від електродвигуна 17 через еластичну муфту 16, приводний вал 13 та шестерню 12 створює обертання вінця 11, а як наслідок циліндричного контейнера 7 із спіралевидним інтенсифікатором 8. По досягненню необхідної однорідності матеріалу двигуну 17 і віброприводу 2 вимикають та вивантажують сировину через патрубок 10.

В результаті механічної взаємодії вібрації, інерційного та гравітаційного ефекту на виконавчий орган змішувача та масу продукції, має місце значна інтенсифікація процесу перемішування. Основна технічна характеристика розробленого обладнання приведена в табл. 1

Таблиця 1

Технічна характеристика розробленого обладнання

Найменування параметрів	Значення
Режим роботи	періодичний
Рух робочого органа	вібровідцентровий
Форма коливань	еліптичні
Продуктивність, кг/год	45
Ємкість завантаження, дм <sup>3</sup>	15
Частота обертів приводного вала вібропривода, хв <sup>-1</sup>	1200
Частота обертів робочого контейнера, хв <sup>-1</sup>	50
Амплітуда коливань, мм	8
Сумарна споживана потужність, кВт	1,5
Габаритні розміри, м:	
довжина	0,7
ширина	0,8
висота	0,5
Маса, кг	50

Такий обертовий та коливальний технологічні рухи виконавчого органу змішувача, із спіралевидним інтенсифікатором, дають можливість значно послабити дію адгезійних сил, підвищити циркуляційний рух оброблювального матеріалу, а як наслідок покращити показники якості вихідної суміші.

### Висновки

Застосування розробленого вібровідцентрового змішувача з спіралевидним інтенсифікатором дає можливість підвищити ефективність приведення до тісної взаємодії дрібнодисперсного матеріалу за умови мінімізації споживаних енерговитрат на організації даного технологічного процесу.

### Список літератури

1. Ажгихин, И.С. *Технология лекарств* / И.С. Ажгихин. – М.: Медицина, 1980. – С. 115-142, 325-344.
2. Паламарчук І.П. *Обґрунтування технологічних та конструктивних схем енергозберігаючих віброзмішувачів барабанного типу* / І.П. Паламарчук, М.П. Берника, О.В. Цуркан // *Вібрації в техніці і технологіях*. – 2000. – № 1(17). – С. 34–37.
3. Янович В.П. *Розробка вібровідцентрового дезінтегратора для виробництва складних фармацевтичних сумішей* / В. П. Янович // *Збірник наукових праць вінницького національного аграрного університету, серія технічні науки*. – 2012. - №11.т.2.(66) – С. 366 – 369
4. Янович В.П. *Аналіз математичної моделі вібровідцентрового дезінтегратора для виробництва лікарських фітопрепаратів* / В. П. Янович // *Наукові праці Національного університету харчових технологій*. – 2012 Випуск 44. – С. 51-60
5. Amidon G.L. *A theoretical bases for a Biopharmaceutics Drug classification: The correlation on in vitro drug product dissolution and in vitro bioavailability* / G.L. Amidon, H. Lennernäs, V.P. Shah, J.R. Grison // *Pharm. Res.* - 1995. - Vol. 12. - P. 413-420.
6. Noyes A.A. *The rate of solution of solid substances in their own solutions* / A.A. Noyes, W.R. Whitney // *J.*



*Am. Chem. Soc.* - 1897. - Vol. 19. - P. 930-934.

7. *Water-Insoluble Drug Formulation* / ed. by Rong Liu. - Boca Raton: CRC Press, 2008.

### References

1. Azhgyxyn Y.S. *Texnologyya lekarstv* / Y.S. Azhgyxyn. – M.: Medycyna, 1980. – S. 115-142, 325-344.
2. Palamarchuk I.P. *Obgruntuvannyya texnologichnyx ta konstruktyvnyx sxem energozberigayuchyx vibrozmyshuvachiv barabannogo typu* / I.P. Palamarchuk, M.P. Bernyka, O.V. Czurkan // *Vybracyy v texnyke y texnologyyax*. – 2000. – № 1(17). – S. 34–37.
3. Yanovych V.P. *Rozrobka vibrovidcentrovogo dezintegratora dlya vyrobnyctva skladnyx farmacevtychnyx sumishej* / V.P. Yanovych // *Zbirnyk naukovyx prac vinnyczkogo nacionalnogo agrarnogo universytetu, seriya texnichni nauky*. – 2012. – 11.t.2.(66) – S. 366 – 369
4. Yanovych V.P. *Analiz matematychnoyi modeli vibrovidcentrovogo dezintegratora dlya vyrobnyctva likarskyx fitopreparativ* / V.P. Yanovych // *Naukovi prac Nacional'nogo universytetu xarchovyx texnologij*. – 2012 Vypusk 44. – S. 51-60
5. Amidon, G.L. *A theoretical bases for a Biopharmaceutics Drug classification: The correlation on in vitro drug product dissolution and in vitro bioavailability* / G.L. Amidon, H. Lennernäs, V.P. Shah, J.R. Grison // *Pharm. Res.* – 1995. – Vol. 12. – P. 413-420.
6. Noyes A.A. *The rate of solution of solid substances in their own solutions* / A.A. Noyes, W.R. Whitney // *J. Am. Chem. Soc.* – 1897. – Vol. 19. – P. 930-934.
7. *Water-Insoluble Drug Formulation* / ed. by Rong Liu. - Boca Raton: CRC Press, 2008.

### РАЗРАБОТКА ВИБРОВИДЦЕНТРОВОГО СМЕСИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СЫПУЧИХ СУБСТАНЦИЙ

**Аннотация:** в статье приведены проведен анализ технологических особенностей производства сыпучих субстанций. Разработана перспективная технологическая и конструктивная схема виброцентробежного смесителя с внутренним спиралевидным интенсификатором, которая дает возможность реализовать технологический процесс высокоактивного смешения мелкодисперсных ингредиентов при производстве комплексных микросмесей.

**Ключевые слова:** сыпучие субстанции, высокоактивное смешивания, виброцентробежный смеситель.

### DEVELOPMENT OF PRODUCTION VIBROCENTRIFUGAL MIXERS FOR BULK SUBSTANCES

**Summary:** this is article presents an analysis features technologica production of bulk substances. Developed promising technological and constructive scheme vibrocentrifugal mixer with internal spiral intensifier which makes it possible to implement a manufacturing process of highly mix fine ingredients in the manufacture of complex mikromixture.

**Keywords:** particulate substances, highly active mixing vibrocentrifugal mixer.